

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-199689

(43)Date of publication of application : 12.07.2002

(51)Int.Cl. H02K 33/02  
B06B 1/04  
B26B 19/28  
// A61C 17/22

(21)Application number : 2001-303425

(71)Applicant : MATSUSHITA  
ELECTRIC WORKS  
LTD

(22)Date of filing :

28.09.2001 (72)Inventor : ICHII YOSHITAKA  
ARIKAWA YASUSHI  
HIRATA KATSUHIRO  
HASEGAWA YUYA  
YABUUCHI  
HIDEKAZU  
INOUE HIROMIKI  
YAMADA TOMIO

(30)Priority

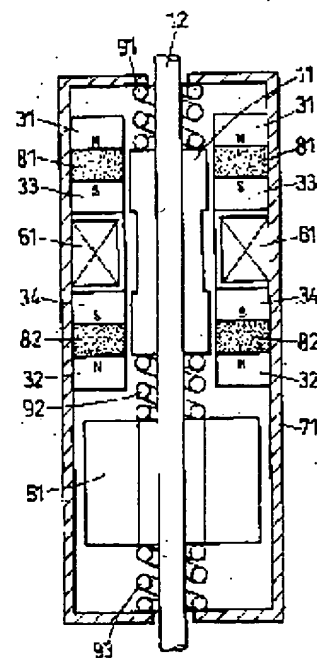
Priority	2000300891	Priority	29.09.2000	Priority	JP
number :		date :		country :	

## (54) LINEAR OSCILLATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-sized linear oscillator in low vibration and low noise.

SOLUTION: The linear oscillator is provided with a plunger 11 freely supporting axial reciprocation, a movable part provided with an axial movement output extracting shaft 12, springs 91, 92, 93 making the movable part a spring vibration system, an electro-magnetic drive part reciprocating and driving the movable part at the resonant frequency by applying alternating current, a shield case 71 housing the electro-magnetic drive



BEST AVAILABLE COPY

part and the movable part in the inside, and an amplitude control weight  
51 reciprocates in the axial direction of the plunger 11.

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-199689  
(P2002-199689A)

(43) 公開日 平成14年7月12日 (2002.7.12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト (参考)
H 0 2 K 33/02		H 0 2 K 33/02	A 3 B 2 0 2
B 0 6 B 1/04		B 0 6 B 1/04	Z 3 C 0 5 6
B 2 6 B 19/28		B 2 6 B 19/28	H 5 D 1 0 7
// A 6 1 C 17/22		A 4 6 B 13/02	7 0 0 5 H 6 3 3

審査請求 未請求 請求項の数32 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2001-303425 (P2001-303425)  
(22) 出願日 平成13年9月28日 (2001.9.28)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-300891 (P2000-300891)  
(32) 優先日 平成12年9月29日 (2000.9.29)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005832  
松下電工株式会社  
大阪府門真市大字門真1048番地  
(72) 発明者 一井 義孝  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内  
(72) 発明者 有川 泰史  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内  
(74) 代理人 100111556  
弁理士 安藤 淳二 (外1名)

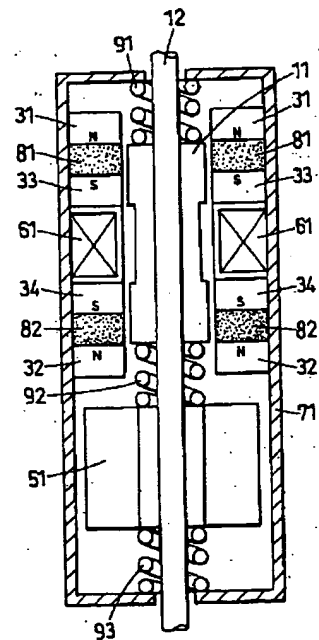
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リニアオシレータ

(57) 【要約】

【課題】 低振動・低騒音で小型化可能なリニアオシレータを提供する

【解決手段】 軸方向の往復動が自在に支持されているブランジャー11及び軸方向運動出力の取り出し用の軸12とを備える可動部と、可動部をばね振動系とするばね91、92、93と、交番電流が印加されることで可動部をその共振周波数で往復駆動する電磁駆動部と、電磁駆動部及び可動部を内部に収納するシールドケース71と、ブランジャー11の軸方向に往復動する振幅制御部51を備える。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 往復動自在の可動部と、該可動部を収納するケースと、該ケースに可動に支持された振幅制御錘と、を備えたリニアオシレータであって、前記可動部及び前記振幅制御錘は、前記リニアオシレータの共振周波数もしくはその近傍の周波数で往復動することを特徴とするリニアオシレータ。

【請求項2】 前記ケース内に配設され前記可動部を往復駆動する電磁駆動部と、前記ケース及び前記可動部間、並びに、前記ケース及び前記振幅制御錘間、に少なくとも配設されてばね振動系を形成するばね部材と、を備え、前記ばね振動系の共振周波数は、前記リニアオシレータの共振周波数もしくはその近傍の周波数であることを特徴とする請求項1に記載のリニアオシレータ。

【請求項3】 前記ばね部材は、前記ケース及び前記可動部の間に配設される第1ばねと、前記可動部及び前記振幅制御錘の間に配設される第2ばねと、前記振幅制御錘及び前記ケースの間に配設される第3ばねと、を備えてなることを特徴とする請求項2に記載のリニアオシレータ。

【請求項4】 前記電磁駆動部は、コイルを備え、該コイルに流れるコイル電流により前記可動部の往復運動を制御することを特徴とする請求項2もしくは請求項3に記載のリニアオシレータ。

【請求項5】 前記コイルは、前記可動部の外周に配設されるとともに、前記電磁駆動部は、前記コイルの両端面にそれぞれ配設される第2のヨークと、前記コイルの中央に対称方向に磁化され前記第2のヨークの前記コイルとは反対側の端面に配設される1対の永久磁石と、該永久磁石の前記第2のヨークとは反対側に配設される第1のヨークと、を備えてなることを特徴とする請求項4に記載のリニアオシレータ。

【請求項6】 前記可動部は、運動出力を取り出すための軸をも備えるとともに、前記軸は、前記可動部もしくは前記振幅制御錘に接続して設けられることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項7】 前記可動部は、第1の軸及び第2の軸をも備えるとともに、前記第1の軸が前記可動部に、前記第2の軸が前記振幅制御錘に接続して設けられ、前記第1の軸又は前記第2の軸の少なくとも一方より運動出力を取り出すことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項8】 前記可動部及び前記振幅制御錘は、逆位相で往復動することを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項9】 前記第2ばねのばね定数は、前記第1及び第3ばねのばね定数より大きいことを特徴とする請求項3乃至請求項8のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項10】 前記振幅制御錘の揺動を防止するための揺動防止手段をも備えることを特徴とする請求項1乃至請求項9のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項11】 前記ばね部材は、コイルばねで形成されているとともに、前記振幅制御錘の質量は、前記可動部の質量より大きいことを特徴とする請求項2乃至請求項10のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項12】 前記ばね部材は、板ばねで形成されているとともに、前記振幅制御錘の質量は、前記可動部の質量より小さいことを特徴とする請求項2乃至請求項10のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項13】 前記ケースは、少なくとも前記電磁駆動部に面する部分が磁性材料で形成されているとともに、前記電磁駆動部に面する部分の前記磁性材料の厚みが、前記永久磁石の外径の7%以上であることを特徴とする請求項2乃至請求項12のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項14】 前記可動部にまわる磁束を増加させる磁束増加手段をも備えることを特徴とする請求項1乃至請求項13のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項15】 前記第1のヨークは、前記ケースに面する側が斜面となる三角形形状断面を有することを特徴とする請求項5乃至請求項14のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項16】 前記軸は、一部又は全部が非磁性であることを特徴とする請求項6乃至請求項15のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項17】 前記可動部に接続された前記軸は、前記可動部を貫通する部分が非磁性であることを特徴とする請求項6又は請求項7に記載のリニアオシレータ。

【請求項18】 前記ヨークは、渦電流損を低減させる渦電流損低減手段をも備えていることを特徴とする請求項5乃至請求項17のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項19】 前記可動部は、渦電流損を低減させる渦電流損低減手段をも備えていることを特徴とする請求項1乃至請求項18のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項20】 前記可動部は、その往復動方向にスリットが形成され、該スリットが前記渦電流損低減手段であることを特徴とする請求項19に記載のリニアオシレータ。

【請求項21】 前記可動部は、その往復動方向両端部に大径部を、中央部に小径部を備え、前記大径部と前記小径部との境界面を、前記第2のヨークの前記コイル側の端面にほぼ一致させ、前記可動部の往復動方向端面を、前記永久磁石の前記第1のヨーク側の端面にほぼ一致させていることを特徴とする請求項5乃至請求項20のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項22】 前記可動部の外周面と前記ヨークの内

周面とのギャップを、前記軸まわりの回転方向に不均一としていることを特徴とする請求項5乃至請求項21のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項23】 前記軸の自転を規制する自転規制手段をも備えていることを特徴とする請求項6乃至請求項22のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項24】 前記ばね部材を前記自転規制手段としていることを特徴とする請求項23に記載のリニアオシレータ。

【請求項25】 前記電磁駆動部に発生するディテント力に依じて、前記永久磁石の前記第1のヨーク側の端面と前記可動部の往復動方向端面との相対位置を調整して、前記可動部の振幅が最大となる周波数を、前記ばね振動系の共振周波数に近づけてなることを特徴とする請求項5乃至請求項24のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項26】 前記軸をその軸方向に支持するとともに、前記軸との間で生じる摩擦力を増減自在に変更する摩擦力変更手段を備える軸受けを、前記ケースに接続して設けたことを特徴とする請求項6乃至請求項25のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項27】 前記可動部に接続された前記軸をその軸方向に支持するとともに、支持する前記軸との間で生じる摩擦力を増減自在に変更する摩擦力変更手段を備える軸受けを、前記可動部及び前記振幅制御錘間に前記ケースと接続して設けたことを特徴とする請求項6乃至請求項25のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項28】 前記振幅制御錘は、その重量を増減自在となるよう形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項27のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項29】 前記振幅制御錘は、その振動方向に貫通する貫通孔が設けられていることを特徴とする請求項1乃至請求項28のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項30】 前記ケースは、前記振幅制御錘の振動方向に貫通する貫通孔を有することを特徴とする請求項1乃至請求項29のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項31】 前記可動部及び前記振幅制御錘が逆位相で運動する際に前記第2ばねの前記ケースに対し不動となる箇所と、前記ケースと、を接続する接続手段をも備えることを特徴とする請求項3乃至請求項30のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【請求項32】 前記可動部に接続される第1取付部と、前記振幅制御錘に接続される第2取付部と、を有し、前記第1取付部と前記第2取付部とを対称方向に回転自在となるよう形成されたリンク手段をも備えることを特徴とする請求項1乃至請求項31のいずれかに記載のリニアオシレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、リニアオシレータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】機械制御用の駆動部や電気かみそりや電動歯ブラシなどの駆動部に用いることが可能なリニアオシレータとしては、モータの回転運動を運動方向変換機構を用いて往復直線運動に変換しているものが用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】この場合、運動方向変換機構において生じる機械的ロスや騒音が問題となる上に、小型化も困難である。

【0004】また、運動方向変換機構を用いずに、電磁駆動力で可動部に軸方向の往復運動を行わせるとともに、この時、可動部をばね振動系とするばね部材のばね力と可動部質量とで定まる共振周波数で往復運動させるものも存在しているが、このものでは可動部の慣性力のために、振動が大きいという問題点があった。

【0005】本発明は上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的とするところは、低振動・低騒音で小型化が可能なリニアオシレータを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明のリニアオシレータは、以下の構成を備える。

【0007】請求項1の発明では、往復動自在の可動部と、該可動部を収納するケースと、該ケースに可動に支持された振幅制御錘と、を備えたリニアオシレータであって、前記可動部及び前記振幅制御錘は、前記リニアオシレータの共振周波数もしくはその近傍の周波数で往復動することを特徴とする。

【0008】請求項2の発明では、請求項1に記載のリニアオシレータにおいて、前記リニアオシレータは、前記ケース内に配設され前記可動部を往復駆動する電磁駆動部と、前記ケース及び前記可動部間、並びに、前記ケース及び前記振幅制御錘間、に少なくとも配設されてばね振動系を形成するばね部材と、を備え、前記ばね振動系の共振周波数は、前記リニアオシレータの共振周波数もしくはその近傍の周波数であることを特徴とする。

【0009】請求項3の発明では、請求項2に記載のリニアオシレータにおいて、前記ばね部材は、前記ケース及び前記可動部の間に配設される第1ばねと、前記可動部及び前記振幅制御錘の間に配設される第2ばねと、前記振幅制御錘及び前記ケースの間に配設される第3ばねと、を備えてなることを特徴とする。

【0010】請求項4の発明では、請求項2又は請求項3に記載のリニアオシレータにおいて、前記電磁駆動部は、コイルを備え、該コイルに流れるコイル電流により前記可動部の往復運動を制御することを特徴とする。

【0011】請求項5の発明では、請求項4に記載のリニアオシレータにおいて、前記コイルは、前記可動部の外周に配設されるとともに、前記電磁駆動部は、前記コイルの両端面にそれぞれ配設される第2のヨークと、前記コイルの中央に対称方向に磁化され前記第2のヨークの前記コイルとは反対側の端面に配設される1対の永久磁石と、該永久磁石の前記第2のヨークとは反対側に配設される第1のヨークと、を備えてなることを特徴とする。

【0012】請求項6の発明では、請求項1乃至請求項5のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記可動部は、運動出力を取り出すための軸をも備えるとともに、前記軸は、前記可動部もしくは前記振幅制御錘に接続して設けられることを特徴とする。

【0013】請求項7の発明では、請求項1乃至請求項5のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記可動部は、第1の軸及び第2の軸をも備えるとともに、前記第1の軸が前記可動部に、前記第2の軸が前記振幅制御錘に接続して設けられ、前記第1の軸又は前記第2の軸の少なくとも一方より運動出力を取り出すことを特徴とする。

【0014】請求項8の発明では、請求項1乃至請求項7のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記可動部及び前記振幅制御錘は、逆位相で往復動することを特徴とする。

【0015】請求項9の発明では、請求項3乃至請求項8のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記第2ばねのばね定数は、前記第1及び第3ばねのばね定数より大きいことを特徴とする。

【0016】請求項10の発明では、請求項1乃至請求項9のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記振幅制御錘の揺動を防止するための揺動防止手段をも備えることを特徴とする。

【0017】請求項11の発明では、請求項2乃至請求項10のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記ばね部材は、コイルばねで形成されているとともに、前記振幅制御錘の質量は、前記可動部の質量より大きいことを特徴とする。

【0018】請求項12の発明では、請求項2乃至請求項10のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記ばね部材は、板ばねで形成されているとともに、前記振幅制御錘の質量は、前記可動部の質量より小さいことを特徴とする。

【0019】請求項13の発明では、請求項2乃至請求項12のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記ケースは、少なくとも前記電磁駆動部に面する部分が磁性材料で形成されているとともに、前記電磁駆動部に面する部分の前記磁性材料の厚みが、前記永久磁石の外径の7%以上であることを特徴とする。

【0020】請求項14の発明では、請求項1乃至請求

項13のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記可動部にまわる磁束を増加させる磁束増加手段をも備えることを特徴とする。

【0021】請求項15の発明では、請求項5乃至請求項14のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記第1のヨークは、前記ケースに面する側が斜面となる三角形形状断面を有することを特徴とする。

【0022】請求項16の発明では、請求項6乃至請求項15のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記軸は、一部又は全部が非磁性であることを特徴とする。

【0023】請求項17の発明では、請求項6又は請求項7に記載のリニアオシレータにおいて、前記可動部に接続された前記軸は、前記可動部を貫通する部分が非磁性であることを特徴とする。

【0024】請求項18の発明では、請求項5乃至請求項17のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記ヨークは、渦電流損を低減させる渦電流損低減手段をも備えていることを特徴とする。

【0025】請求項19の発明では、請求項1乃至請求項18のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記可動部は、渦電流損を低減させる渦電流損低減手段をも備えていることを特徴とする。

【0026】請求項20の発明では、請求項19に記載のリニアオシレータにおいて、前記可動部は、その往復動方向にスリットが形成され、該スリットが前記渦電流損低減手段であることを特徴とする。

【0027】請求項21の発明では、請求項5乃至請求項20のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記可動部は、その往復動方向両端部に大径部を、中央部に小径部を備え、前記大径部と前記小径部との境界面を、前記第2のヨークの前記コイル側の端面にほぼ一致させ、前記可動部の往復動方向端面を、前記永久磁石の前記第1のヨーク側の端面にほぼ一致させていることを特徴とする。

【0028】請求項22の発明では、請求項5乃至請求項21のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記可動部の外周面と前記ヨークの内周面とのギャップを、前記軸まわりの回転方向に不均一としていることを特徴とする。

【0029】請求項23の発明では、請求項6乃至請求項22のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記軸の自転を規制する自転規制手段をも備えていることを特徴とする。

【0030】請求項24の発明では、請求項23に記載のリニアオシレータにおいて、前記ばね部材を前記自転規制手段としていることを特徴とする。

【0031】請求項25の発明では、請求項5乃至請求項24のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記電磁駆動部に発生するディテント力に応じて、前記

永久磁石の前記第1のヨーク側の端面と前記可動部の往復動方向端面との相対位置を調整して、前記可動部の振幅が最大となる周波数を、前記ばね振動系の共振周波数に近づけることを特徴とする。

【0032】請求項26の発明では、請求項6乃至請求項25のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記軸をその軸方向に支持するとともに、前記軸との間で生じる摩擦力を増減自在に変更する摩擦力変更手段を備える軸受けを、前記ケースに接続して設けたことを特徴とする。

【0033】請求項27の発明では、請求項6乃至請求項25のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記可動部に接続された前記軸をその軸方向に支持するとともに、支持する前記軸との間で生じる摩擦力を増減自在に変更する摩擦力変更手段を備える軸受けを、前記可動部及び前記振幅制御錘間に前記ケースと接続して設けたことを特徴とする。

【0034】請求項28の発明では、請求項1乃至請求項27のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記振幅制御錘は、その重量を増減自在となるよう形成されていることを特徴とする。

【0035】請求項29の発明では、請求項1乃至請求項28のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記振幅制御錘は、その振動方向に貫通する貫通孔が設けられていることを特徴とする。

【0036】請求項30の発明では、請求項1乃至請求項29のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記ケースは、前記振幅制御錘の振動方向に貫通する貫通孔を有することを特徴とする。

【0037】請求項31の発明では、請求項3乃至請求項30のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記可動部及び前記振幅制御錘が逆位相で運動する際に前記第2ばねの前記ケースに対し不動となる箇所と、前記ケースと、を接続する接続手段をも備えることを特徴とする。

【0038】請求項32の発明では、請求項1乃至請求項31のいずれかに記載のリニアオシレータにおいて、前記可動部に接続される第1取付部と、前記振幅制御錘に接続される第2取付部と、を有し、前記第1取付部と前記第2取付部とを対称方向に回動自在となるよう形成されたリンク手段をも備えることを特徴とする。

【0039】

【発明の実施の形態】図1は本発明における実施の形態の一例を示すもので、可動部は、鉄材などの磁性体にて形成された円柱状のブランジャー11と、出力取り出し用の軸12であり、ブランジャー11は、その軸方向の両端付近が大径に、中央部が小径になっているもので、軸12が貫通固定されており、ブランジャー11の外周には環状のコイル61が配設されている。また、可動部

固定されたコイル61の軸方向両側には、コイル61に対して対称に着磁された環状の永久磁石81、82が配設されており、これら永久磁石81、82とコイル61との間には環状の第2のヨーク33、34が配設され、永久磁石81、82のヨーク33、34と反対側の位置には環状の第1のヨーク31、32が配設されている。コイル61、永久磁石81、82、ヨーク31、32、33、34により電磁駆動部が構成されている。そして、ブランジャー11の一端面とシールドケース71との間には第1ばね91が配設されており、ブランジャー11の他端面とシールドケース71との間には、第2ばね92と振幅制御錘51と第3ばね93がこの順で配設されている。ばね部材（第1ばね91、第2ばね92、第3ばね93）は、可動部を軸方向に負勢してばね振動系を形成する。なお、ばね部材（第1ばね91、第2ばね92、第3ばね93）として、ここでは比較的大振幅を得やすいコイルばねを用いているが、ばねの種類はコイルばねに限定するものではない。以下、第1ばね91、第2ばね92、第3ばね93は、それぞれ、ばね91、ばね92、ばね93、と記載する。

【0040】コイル61に電流を流していない時、永久磁石81、82がヨーク31、32、33、34を介してブランジャー11に及ぼす磁力とばね91、92、93のばね力とが釣り合う図1に図示の位置においてブランジャー11は静止している。そして、コイル61に一方方向電流を流すと、2つの永久磁石81、82のうちの一方の磁束が弱められるために、ばね91に抗して、ブランジャー11は、他方の磁石側に移動し、コイル61に逆方向電流を流せば、ばね91に抗して逆方向に移動することから、コイル61に交番電流を流すことによってブランジャー11は軸方向の往復運動を行い、コイル電流により往復運動の制御が可能となる。

【0041】ここにおいて、ブランジャー11と軸12とを備えてなる可動部と、振幅制御錘51との軸方向の運動について着目した場合、コイルばねで構成したばね91、92、93の存在により、このリニアオシレータは、図2に示すような3質点系のばね振動系モデルとして取り扱うことができ、コイル61を主体とする電磁駆動部とシールドケース71とを固定部とし、 $m1$ :可動部質量、 $m2$ :振幅制御錘51の質量、 $m3$ :固定部質量、 $k1$ :ばね91のばね定数、 $k2$ :ばね92のばね定数、 $k3$ :ばね93のばね定数、 $c1$ :ばね91の減衰係数、 $c2$ :ばね92の減衰係数、 $c3$ :ばね93の減衰係数とする時、ばね振動系における各質点の自由振動時の運動方程式は式(1)、(2)、(3)で表すことができ、さらに、 $m1=m2$ 、 $k1=k3$ 、 $c1=c3$ 、並びに、 $m3$ が $m1$ 及び $m2$ に比べて十分に大きいと仮定した場合、上記式を解くことで、式(4)の解と、式(5)の解とを得ることができる（なお、式(4)、(5)では減衰項を省略している。）

【0042】

\* \* 【式1】

$$m_1 \ddot{x}_1 + c_1(\dot{x}_1 - \dot{x}_3) + c_2(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + k_1(x_1 - x_3) + k_2(x_1 - x_2) = 0 \quad \dots (1)$$

$$m_2 \ddot{x}_2 + c_2(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + c_3(\dot{x}_2 - \dot{x}_3) + k_2(x_2 - x_1) + k_3(x_2 - x_3) = 0 \quad \dots (2)$$

$$m_3 \ddot{x}_3 + c_1(\dot{x}_3 - \dot{x}_1) + c_3(\dot{x}_3 - \dot{x}_2) + k_1(x_3 - x_1) + k_3(x_3 - x_2) = 0 \quad \dots (3)$$

$$\tau_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_1}{m_1}} \quad \dots (4)$$

$$\tau_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_1 + 2k_2}{m_1}} \quad \dots (5)$$

【0043】ここで得られた2つの解の周波数 $f_1$ 、 $f_2$ は共振周波数であり、式(4)の第1次(低次側)の固有振動数 $f_1$ の振動モードは、可動部と振幅制御錘51とが同位相で運動する振動モード、式(5)の第2次(高次側)の固有振動数 $f_2$ の振動モードは、可動部と振幅制御錘51とが逆位相で運動する振動モードであり、この第2次の固有振動数 $f_2$ 近傍の周波数の電流をコイル61に印加することで、可動部に軸方向の往復運動を行わせた場合、逆位相の運動を行う振幅制御錘51は、可動部の慣性力を打ち消すことができ、逆に振幅制御錘51の慣性力を可動部が打ち消すことになる。更に、この状態では2つの質点である可動部と振幅制御錘51の慣性力が釣り合うように運動しようとし、カウンタ動作による慣性力の打ち消し合い効果は大きく、このために固定部側へ伝わる2質点(可動部と振幅制御錘51)からの力は極小となり、よって、リニアオシレータにおける振動は極小となる。

【0044】ところで、第2次の固有振動数 $f_2$ を一定周波数に保つ場合、ばね92のばね定数 $k_2$ を大きくとり、ばね91、93それぞれのばね定数 $k_1$ 、 $k_3$ を、ばね92のばね定数 $k_2$ より小さくする必要があることが、前述の式(5)からも明らかである。ばね91、93のばね定数 $k_1$ 、 $k_3$ が小さいと、振幅制御錘51が固定部から受けるばね力が小さくなることになり、結果として、可動部のストロークをより大きくすることが可能となる。

【0045】また、振幅制御錘51の質量を可動部の質量よりも大きくしておくことが望ましい。第2次の固有振動数 $f_2$ 近傍では、2つの質点である可動部と振幅制御錘51の慣性力が釣り合うように運動しようとすることから、質量の小さい可動部の方が、質量の大きい振幅制御錘51に比べて、より振動振幅が大きくなって可動部のストロークの増大を図ることが可能となるためである。

【0046】なお、低次側の共振周波数で運動させると、可動部と同じ方向に運動する振幅制御錘51により、可動部の振幅の増大を図ることが可能となる。また、低次側と高次側を切り替えて運動させることができるようにしておく、用途に応じて制振と振幅の増大を切り替えて使用することが可能となる。

【0047】図3に他例を示す。ここでは、ばね部材と

10 して、いずれも板ばね94、95、96を用いている。この場合、振幅制御錘51の質量を、可動部の質量よりも小さくしておくことが好ましい。板ばね94、95、96を用いることで、ばね部材単体の質量の軽量化が容易になるだけでなく、リニアオシレータの全長を短くすることが容易である。また、併せて振幅制御錘51の質量を可動部の質量よりも小さくすることで、全体の軽量化を図りながら、極めて振動の小さいリニアオシレータを得ることができる。

【0048】また、図4は、請求項7の発明に対応する例を示しており、ここでは、出力取り出し用に設けられた2つの軸のうち、第1の軸13をプランジャー11に、第2の軸14を振幅制御錘51にそれぞれ設けているものである。この場合も、図1に示すリニアオシレータと同様の動作を得ることができるほか、図1に示す例では、出力がひとつだけであったが、本例では、軸を2つ設けているので、振幅、出力方向の異なる2つの運動出力を取り出すことが可能となる。

【0049】図5は請求項6の発明に対応する例を示しており、ここでは出力取り出し用の軸12をプランジャー11にではなく、振幅制御錘51に設けている。この場合も、図1に示すリニアオシレータと同様の動作を得ることができるほか、通常は質量が大きいと考えられる永久磁石81、82等の磁気回路部分の位置を図1に示すものに比して、逆の位置に配置しているため、全体としての重心位置や、電源との距離等の商品設計上の自由度を高くすることができる。また、振幅制御錘51の軽量化を図ることが、すなわち、リニアオシレータからの出力ストロークの増大化を果たすことになり、軽量化とストローク増大との両立を容易に図ることができる。さらに、出力取り出し用の軸12に取付けることとなる部材を振幅制御錘51の質量の一部として設計することも可能であり、その分、初期の振幅制御錘51の質量を軽減することも可能であるために、より軽量化した低振動なリニアオシレータを得ることができる。

【0050】図6は請求項13の発明に対応する例を示しており、ここではケース73の電磁駆動部に面する部分を磁性材料で構成し、その磁性材料の厚み幅 $L_1$ を永久磁石81、82の外径 $L_2$ の7%以上の厚みとし、合わせてケース73内面と永久磁石81、82及びヨーク31、32、33、34外面との間にエアギャップを形

50



成することで、十分な磁気シールド効果が得られるようにしたもので、ベースメカなどにも影響を与えることがないリニアオシレータを得ることができる。

【0051】図7は請求項14及び請求項15の発明に対応する例を示しており、ヨーク35、36のシールドケース71側の面が斜面となるようにヨーク35、36の断面形状を三角形としたものである。このように構成することで、ヨーク35、36とシールドケース71との間に距離を設けることができるので、シールドケース71に流れる磁束を減らすことができ、このためにブラン

10 ジャー11の駆動用推力を向上させることができる。【0052】また、図8に示すように、ヨーク37、38の外径を永久磁石81、82の外径より小さくしてシールドケース71からの距離を取るようにしても、同等の効果を得ることができる。この時、ヨーク37、38と永久磁石81、82の全面を覆う薄い磁性体層を設ければ、永久磁石81、82の減磁効果を抑えることができる。

【0053】このほか、図9に示すように、永久磁石83、84を円錐台形状とすることによっても、推力に寄与することになるブランジャー11側にまわる磁束を増加させることができる。

【0054】また、請求項16の発明に対応する例として、図1に示すブランジャー11を貫通する軸12に非磁性体のものを用いている。これにより推力の向上を得ることができるとともに軸12を通しての磁束漏れをなくすることができる。

【0055】また、請求項17の発明に対応する例として、図1に示す軸12のうち、ブランジャー11を貫通している部分だけを非磁性としている。軸12のうち、ブランジャー11の外部に露出している部分は耐摩耗性の高い金属材料を用い、ブランジャー11内に圧入される部分を非磁性とすることで、耐摩耗性を落とすことなく推力の向上を図ることができる。

【0056】図10は請求項18の発明に対応する例を示しており、ヨーク41、42、43、44を薄板の積層構造とすることによって渦電流損の低減を図っている。渦電流損が小さくなるものであり、この効果は動作周波数が大きくなるにつれて大きくなる。

【0057】また、請求項19の発明に対応する例として、ブランジャー11側を積層構造にしても同様の効果を得ることができる。また、積層構造とすることは、材料を打ち抜き加工で作成することができることとなり、製造コストの低減も図ることができる。

【0058】図11は請求項20の発明に対応するもの  
を示しており、渦電流損を低減させるために、ここでは  
ブランジャー11に振幅方向のスリット11aを複数形  
成している。主要な磁束方向であるブランジャー11の  
軸方向に流れた時の渦電流をスリット11aによって大  
きく低減させることができる。この場合においても、ブ

ランジャー11を磁性体の積層で作成すれば、加工の困難さが軽減される上に鉄損の低減効果を増すことができる。

【0059】図12は請求項21の発明に対応する例を示しており、軸方向両端に大径部を、中央部に小径部を備えたブランジャー11が中立位置にある時、その大径部と小径部との境界面をヨーク33、34のコイル61側の端面にほぼ一致させ、ブランジャー11の軸方向端面を永久磁石81、82のヨーク31、32側の端面にほぼ一致させることができるようにしている。このようにすることで、中立位置近辺でのディテント力をほぼ0にすることができ、共振系の設計に際し、ディテント力を無視して、ばね部材のばね定数のみを考えればよいことになり、共振系の設計が容易となる。

【0060】また、請求項25の発明に対応する例として、電磁駆動部に発生するディテント力に応じて、永久磁石81、82のヨーク31、32側の端面とブランジャー11の軸方向端面との相対的な位置を調節して、ブランジャー11の振幅が最大となる周波数をばね振動系の共振周波数に近づけている。永久磁石81、82のヨーク31、32側の端面とブランジャー11の軸方向端面との相対的な位置の調整は、ブランジャー11の軸方向端面に対する、永久磁石81、82のヨーク31、32側の端面の位置を変更することにより行っており、ばね91を弱める向きにディテント力を働かせる場合には、ブランジャー11の軸方向端面を永久磁石81、82のヨーク31、32側の端面位置から、ヨーク33、34側の端面側方向にずらして位置するように調整している。また逆に、ばね91を強める向きにディテント力を働かせる場合には、ブランジャー11の軸方向端面を永久磁石81、82のヨーク31、32側の端面位置から、ヨーク31、32側にずらして位置するように調整すればよい。

【0061】これは、ディテント力が考慮されていないばね振動系では、可動部の振動周波数が、ばね振動系の共振周波数より高い周波数にずれてしまうことがあるが、このように、永久磁石81、82の端面とブランジャー11の軸方向端面との相対的な位置を調節して、電磁駆動部に発生するディテント力を、ばね91を弱める向きに働かせることにより、ブランジャー11の振幅が最大となる周波数をばね振動系の共振周波数に近づけて往復動させている。

【0062】また、ばね92及びばね93のばね定数に対するばね91のばね定数を調整して、永久磁石81、82のヨーク31、32側の端面に対するブランジャー11の軸方向端面の相対的な位置を変更してもよい。

【0063】図13及び図14は請求項22の発明に対応する例を示しており、ブランジャー11の外周面とヨーク31、32内周面との間のエアギャップを回転方向  
50 において不均一としている。なお、図14(a)は図1

3のA線断面におけるプランジャー11とヨーク31との位置関係を、図14(b)はB線断面におけるプランジャー11とヨーク31との位置関係を、図14(c)はC線断面におけるプランジャー11とヨーク31との位置関係を示している。このように、プランジャー11のストローク位置によってプランジャー11とヨーク31との間のエアギャップが回転方向において変化するようにしているために、プランジャー11の軸方向移動に伴って、プランジャー11に回転方向の力も発生させることができるものであり、直線運動とともに回転運動も同時に得ることができる。

【0064】図15、図16は請求項10の発明に対応するもので、シールドケース71の内面に振幅制御錘51の揺動を防ぐガイド72を設けている。図16に示すように、このガイド72は、振幅制御錘51に設けられた軸方向断面四角形のレール部材72bを軸方向にスライド自在に支持する受部72aが設けられているものである。レール部材72bが、受部72aに沿って軸方向のみに限定されてスライドできるのでレール部材72bが接続された振幅制御錘51の揺動を防止することができ

【0065】これは、ばね部材としてコイルばねを用いた場合、応力のバランスの問題で振幅制御錘51が理想的な直線運動を行わずに揺動を伴ってしまうことがあり、この時には吸振効果が十分得られないことになるが、振幅制御錘51の揺動をガイド72で防止することで、振幅制御錘51に理想的な直線運動をさせることができる。

【0066】振幅制御錘51の揺動は、図17に示すように、振幅制御錘51とシールドケース71との間に配置するばね93を複数とすることによっても防止することができる。

【0067】また、図18に示すように、振幅制御錘51の内部に軸12に対してスライド自在となるベアリング52、53を設けることで、揺動防止を図ってもよい。なお、ばね部材として板ばねを用いた場合には、板ばねが揺動を防ぐことになるために、図19に示すように、ばね部材のうち、振幅制御錘51に一端が固定されることになるばね94、95を板ばねで形成することも有効である。

【0068】図20は請求項23の発明に対応する例を示しており、ここでは軸12に設けた溝12aをシールドケース71に設けた突部71aに係合させることで、軸12及びプランジャー11の軸回りの自転を規制している。このように構成することで、不要な軸回りの自転運動を抑制することができるものである。

【0069】図21は請求項24の発明に対応する例を示しており、コイルばねであるばね91の一端91bをシールドケース71に回り止め固定し、ばね91の他端91aをプランジャー11に同じく回り止め固定したも

のを示している。この場合、コイルばねであるばね91は、プランジャー11の軸方向にばね力を発揮するだけでなく、軸方向伸縮に伴って、小角度のみの軸回り自転をプランジャー11に与えるものであり、軸方向振動だけでなく、軸回りの小角度のみの往復回転も得ることができる。この時、自転方向にもばね性を持つことから、自転方向の共振周波数に合わせることで自転についても、その可動範囲は規制されるが、確実な運動を行わせることができる。

【0070】図22は、請求項26の発明に対応する例を示しており、シールドケース71に接続されて、軸12をその往復動方向に支持するとともに軸12との摩擦力の大きさを自在に変更する摩擦力変更手段を備える軸受け87である。軸受け87はベアリングであり、その中心に軸12を貫通させるための支持部を備えている。

【0071】軸12と軸受け87との摩擦力の大きさを変更することができるよう軸受け87は、軸12を支持する支持部の内径を変更可能に形成している。軸受け87を貫通している軸12の外径に対して、支持部、すなわち軸受け87の内径を大きくすることにより、軸12の往復動を軸方向のみに限定するガイドの効果は小さくなるが、軸12への摩擦力が小さくなるので軸12の振幅を大きく取り出すことができる。また逆に、軸12の外径に対して、軸受け87の内径を小さくすることにより、ガイドの効果は非常に大きくなるが、軸受け87と軸12との摩擦力も大きくなるので、軸12と軸受け87との摩擦で一部消費されてしまい、軸12から取り出される出力が小さくなる。このように、軸受け87の内径を変更することで、軸12と軸受け87との摩擦力を変更し、軸12の振幅を制御することが可能となる。なお、摩擦力変更手段としては、軸受け87の内径を変更することだけでなく、軸受け87の内周面に突起物を設け、その突起物の大きさを変更することにより、軸12と軸受け87との摩擦力の大きさを変更するようにしてもよい。

【0072】図23は、請求項27の発明に対応する例を示しており、プランジャー11に接続された軸13を支持する軸受け89を、接続部材(図示せず)を用いてシールドケース71に支持するとともに、プランジャー11と振幅制御錘51との間に設けている。

【0073】軸13は、プランジャー11だけに接続されており、振幅制御錘51には非接続でかつ、その内部も通過しない。すなわち、軸13の長さは、往復運動の際にプランジャー11と振幅制御錘51が最も近づいた時にも、軸13が振幅制御錘51に接触しない程度の長さに成形している。

【0074】軸受け89は、軸受け87と同様に、軸13との摩擦力を増減自在に変更する摩擦力変更手段を備えているが、それに加えて、この軸受け89には、軸13を支持する支持部の周囲に、可動部の往復動方向に貫

10

20

30

40

50

通するばね挿入孔を有している。このばね挿入孔は、第2ばねであるばね95を、軸受け89を通過してブランジャー11と振幅制御錘51とを接触させるためのものである。すなわち、軸受け89とばね95とは、非接続に設けられている。

【0075】この例においては、ばね95を3つ、軸受け89のばね挿入孔も3つ設け、1個の孔に1個のばね95を通過させた形態としているが、これは例えば、ばね95を2個だけにして、その2個のばね95を1個の孔に通過させるようにすると、2個のばね95同士がお互いにねじれて絡み合い、ブランジャー11と振幅制御錘51とが安定に運動できなくなるのを防止するためである。また、2個のばね95を、それぞれ別のばね挿入孔に通過させた場合、2個のばね95では、ブランジャー11と振幅制御錘51とを面で支持できないため、ブランジャー11と振幅制御錘51が軸方向に安定に動作することができない。

【0076】上記のように、軸受け89とばね95を設けたので、軸13を振幅制御錘51まで貫通させる必要がなくなり、可動部の質量を削減できると同時に、軸12を通過させていた振幅制御錘51の空洞部分を埋めることができるため、同じ質量であれば、振幅制御錘51をより小さな体積で構成することが可能であり、同じ体積の振幅制御錘51で構成すれば、質量をより大きくすることができる。このように、可動部を軽量化することでリニアオシレータ全体の軽量化ができ、また振幅制御錘51を重量化することにより振幅を増大させることができる。

【0077】請求項28の発明に対応する例として、図4に示す振幅制御錘51を、鉄などの磁性材料で構成しておき、その重量を大きくしたい場合には、振幅制御錘51を磁化することで、シールドケース71内に設けておいた金属粉等を、その磁力により、吸着するようにしている。この場合、振幅制御錘51の磁力により、可動部の運動に影響がでないように振幅制御錘51の磁力の強さを調整しておく。

【0078】また、振幅制御錘51の重量を増減自在にする他の例としては、振幅制御錘51に磁束を発生する電磁コイル（図示せず）を設け、その電磁コイルが発生する磁力により、シールドケース71内に設けておいた金属片を吸着するようにして、振幅制御錘51の重量を増加するようにしてもよい。この場合にも、電磁コイルの発生する磁力が可動部の往復運動に影響を及ぼさないように、電磁コイルと可動部とを離して設置しておく。

【0079】振幅制御錘51の重量を増減自在にするさらに他の例としては、図24に示すように、振幅制御錘51を、その内部が中空となるよう形成するとともに、その中空部51aと振幅制御錘51の表面とを連通する連通孔51bを設けることもある。この中空部51aと連通孔51bにより、振幅制御錘51の重量を大きくし

たい場合は、連通孔51bを介して中空部51aに比重の大きな液体もしくは粉体を注入して連通孔51bを塞げばよく、逆に重量を小さくしたい場合は、中空部51aに何も注入せず、空隙にしておけばよい。さらには、空気より比重の小さな気体を注入し連通孔51bを塞げば、より軽量化することが可能となる。

【0080】図25は、請求項29の発明に対応する例を示しており、振幅制御錘51に、その往復動方向に貫通する貫通孔51dを設けたものである。振幅制御錘51が往復動する際に、その往復動に対応して、リニアオシレータ内部の空気も移動するのであるが、振幅制御錘51が、鉄材などの非通気性の材料で構成されていると、往復動の際に、リニアオシレータ内部の空気は振幅制御錘51とシールドケース71との空隙に圧縮されるようにして移動する。すなわち、振幅制御錘51は、その往復運動の際に、シールドケース71との間に存在する空気から抵抗を受けている。

【0081】そこで、振幅制御錘51の往復動方向に貫通する貫通孔51dを、振幅制御錘51に設けたので、振幅制御錘51が往復動する際には、振幅制御錘51の一端側に存在した空気が貫通孔51dを通過して、他端側に移動する。これにより、振幅制御錘51にかかる空気抵抗を低減することができ、運動のロスを小さくできるので、振幅を大きくすることができる。

【0082】図26は、請求項30の発明に対応する例を示しており、シールドケース71に、振幅制御錘51の往復動方向に貫通する貫通孔71bを設けたものである。図25に示す例において説明したように、振幅制御錘51は、その往復運動の際に、シールドケース71内部の空気から抵抗を受けて運動している。また、振幅制御錘51と同様に、ブランジャー11もその往復運動の際には空気から抵抗を受けている。本実施例では、シールドケース71に貫通孔71bを設けているので、振幅制御錘51とブランジャー11が往復運動すると、その運動に対応して、空気が貫通孔71bを介して、リニアオシレータの内と外を自由に出入りできるので、振幅制御錘51とブランジャー11にかかる空気抵抗を減少することができ、可動部及び振幅制御錘51の往復運動のロスが小さくなり、出力の振幅を大きくすることができる。

【0083】図27は、請求項31の発明に対応する例を示しており、可動部と振幅制御錘51が逆位相である2次モードで往復動する際、ばね92がシールドケース71に対し不動となる箇所と、シールドケース71とを弾性体63により接続したものである。これは、ブランジャー11の運動状態を検出して往復動に最適な電圧を印加するフィードバック回路を用いて制御を行う場合に、リニアオシレータが外部から衝撃を受けると、往復運動が2次モードから、可動部と振幅制御錘51とが同位相で往復動する1次モードに移行することがある。そ

こで、本実施例においては、2次モードにおけるばね92の不動点92aとシールドケース71とを弾性体63で接続しているの、1次モードへ移行しようとする、シールドケース71に接続された弾性体63が、ばね92の往復運動の障害となり、1次モードへの移行を防止することができる。

【0084】なお、ここでは、接続手段として、弾性体63を用いているが、これは、弾性を有さない部材で構成した場合、2次モードから1次モードへ移行しようとする力が部材の強度以上である場合、部材が破損することがあるからである。逆に、弾性体63の弾性力が小さい場合には、ばね92の往復運動を止めることができず、1次モードへ移行してしまうことがある。そこで、弾性体63としては、所定以上の弾性力を有する、例えば、硬性ゴム、プラスチック、薄板状の金属等を用いることができる。

【0085】図28は、請求項32の発明に対応する例を示しており、第1取付部（以下、取付部85a）と第2取付部（以下、取付部85b）、接続部85cとを備えたリンク手段であるリンク85が設けられたものであ

る。取付部85aがブランジャー11に、取付部85bが振幅制御錘51にねじ止め接続され、接続部85cがシールドケース71に、ねじ止め接続されている。

【0086】リンク85においては、取付部85aと取付部85bが、シールドケース71に接続固定された接続部85cを中心にして同じ距離だけ対称方向に回転する。このリンク85により、取付部85a、85bにそれぞれ接続されたブランジャー11と振幅制御錘51とは、逆方向かつ同振幅で動作することになり、振幅制御錘51による振動打消し作用がより効果的となり、振動をより確実に低減できるとともに、リニアオシレータに加わった衝撃等により、ばね振動系の往復運動が1次モードに移行することを防止することができる。

【0087】以上、本発明の好適な実施の形態を説明したが、本発明はこの実施の形態に限らず、種々の形態で実施することができる。

【0088】

【発明の効果】以上のように、本件発明によれば、往復動自在の可動部と、可動部を収納するケースと、ケースに可動に支持された振幅制御錘と、を備えたリニアオシレータであって、可動部及び振幅制御錘は、リニアオシレータの共振周波数もしくはその近傍の周波数で往復動するので、電気エネルギーを直接的にブランジャーの直線往復運動に変換することができ、回転運動を直線運動に変換するための運動変換機構が不要である上に、吸振錘によって不要振動を打ち消すことができるために、低騒音で且つ小型である上に極めて低振動なリニアオシレータを得ることができ、機械制御用の駆動部や電気かみそりや電動歯ブラシの駆動部などに好適に用いることができる。

【0089】また、可動部及び振幅制御錘が、逆位相で往復動するようにすれば、逆位相の運動を行う振幅制御錘が可動部の慣性力を打ち消し、逆に振幅制御錘の慣性力を可動部が打ち消すことになり、リニアオシレータの振動は極小となる。

【0090】また、第2ばねのばね定数を、第1及び第3ばねのばね定数より大きくすれば、可動部のストロークをより大きくすることができる。

【0091】また、振幅制御錘の揺動を防止するための揺動防止手段をも設ければ、吸振錘の揺動を抑制して吸振錘に理想的な直線運動を行わせることができ、このために十分な振動低減効果を得ることができる。

【0092】また、ばね部材を、コイルばねで形成するとともに、振幅制御錘の質量を可動部の質量より大きくすると、可動部のストロークをより大きく出来るという効果を奏する。

【0093】また、ばね部材を、板ばねで形成するとともに、振幅制御錘の質量を、可動部の質量より小さくすると、軽量であって使い勝手が良いリニアオシレータを得ることができる。

【0094】また、ケースを、少なくとも電磁駆動部に面する部分が磁性材料で形成するとともに、電磁駆動部に面する部分の磁性材料の厚みが、永久磁石の外径の7%以上であれば、磁気効率が高く、しかも磁気漏洩レベルがベースメカなどにも影響を与えないレベルのリニアオシレータとすることができる。

【0095】また、可動部にまわる磁束を増加させる磁束増加手段をも備えると、推力をより向上させることができる。

【0096】また、ケースに面する側が斜面となる三角形形状断面を有するように第1のヨークを形成すれば、さらに推力を向上させることができる。

【0097】また、軸の一部又は全部を非磁性に形成すれば、推力の向上と軸を通しての磁束漏れを無くすことができる。

【0098】また、可動部に接続された軸の可動部を貫通する部分を非磁性に形成すれば、耐摩耗性を落とすことなく推力の向上を図ることができる。

【0099】また、ヨークに、渦電流損を低減させる渦電流損低減手段をも備えると、渦電流損を低減することができる。

【0100】また、可動部に、渦電流損を低減させる渦電流損低減手段をも備えると、渦電流損を低減することができる。

【0101】また、可動部に、渦電流損低減手段として、可動部の往復動方向にスリットを形成すれば、磁束が可動部の移動方向に流れた時の渦電流をスリットにより大きく低減することが可能となる。

【0102】また、可動部は、その往復動方向両端部に大径部を、中央部に小径部を備え、大径部と小径部との

境界面を、第2のヨークのコイル側の端面にほぼ一致させ、可動部の往復動方向端面を、永久磁石の第1のヨーク側の端面にほぼ一致させていれば、中立位置近辺のディテント力をほぼ0にすることができ、共振系の設計を容易に行うことができる。

【0103】また、前記可動部の外周面と前記ヨークの内周面とのギャップを、前記軸まわりの回転方向に不均一とすれば、ストローク位置により回転方向の力を発生させて直線運動とともに回転運動も同時に行わせることができる。

【0104】また、軸の自転を規制する自転規制手段をも備えれば、軸の不要な自転を抑制することができる。

【0105】また、ばね部材を自転規制手段とすれば、回転規制を別部材を必要とすることなく行うことができる。

【0106】また、電磁駆動部に発生するディテント力に応じて、永久磁石の第1のヨーク側の端面と可動部の往復動方向端面との相対位置を調整して、可動部の振幅が最大となる周波数を、ばね振動系の共振周波数に近づけるようにすれば、振幅制御錘の動作を改善し、振動を低減することが可能となる。

【0107】また、軸をその軸方向に支持するとともに、軸との間で生じる摩擦力を増減自在に変更する摩擦力変更手段を備える軸受けをケースに接続すれば、振幅を制御することが可能となる。

【0108】また、可動部に接続される軸をその軸方向に支持するとともに、可動部に接続される軸との間で生じる摩擦力を増減自在に変更する摩擦力変更手段を備える軸受けを、可動部及び振幅制御錘間にケースと接続して設ければ、軸を振幅制御錘まで貫通させる必要がないため、可動部の質量を小さくでき、振動を低減することができるとともに、振幅制御錘に軸を通す空洞部分を設ける必要がないため、小さな体積で錘を重くすることができ、振幅を増大させることが可能となる。

【0109】また、振幅制御錘を、その重量を増減自在となるよう形成すれば、共振特性を変化させることができ、振幅を制御することが可能となる。

【0110】また、振幅制御錘に、その振動方向に貫通する貫通孔を設ければ、往復運動時の空気抵抗を低減することができるので、振幅を大きくすることが可能となる。

【0111】また、ケースに、振幅制御錘の振動方向に貫通する貫通孔を設ければ、可動部及び振幅制御錘の往復運動時に、空気抵抗を低減することができ、振幅を大きくすることが可能となる。

【0112】また、可動部及び振幅制御錘が逆位相で運動する際に第2ばねのケースに対し不動となる箇所と、ケースと、を接続する接続手段をも備えれば、可動部と振幅制御錘が同位相で動作することを防止することが可能となる。

【0113】さらに、可動部に第1取付部が、振幅制御

錘に第2取付部が、接続されとともに、第1取付部と第2取付部とを対称方向に回転自在になるよう形成されたリンク手段をも備えれば、可動部と振幅制御錘とを常に逆位相で動作させることができ、同位相で動作することを防止することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の一例の断面図である。

【図2】同上のモデル図である。

【式1】同上のばね振動系モデルの運動方程式である

10 【図3】同上の他例の断面図である。

【図4】同上の別の例の断面図である。

【図5】同上の他の例の断面図である。

【図6】同上の別の例の断面図である。

【図7】同上の他の例の断面図である。

【図8】同上の別の例の断面図である。

【図9】同上の他の例の断面図である。

【図10】同上の別の例の断面図である。

【図11】同上の他の例におけるブランジャーの斜視図である。

【図12】同上の別の例の断面図である。

【図13】同上の他の例の断面図である。

【図14】(a)は同上のA線断面図におけるブランジャーとヨークとの位置関係を、(b)は同上のB線断面図におけるブランジャーとヨークとの位置関係を、(c)は同上のC線断面図におけるブランジャーとヨークとの位置関係を示す図である。

【図15】同上の他の例の断面図である。

【図16】同上の振幅制御錘とケースと支持関係を示す部分断面図である

30 【図17】同上の別の断面図である。

【図18】同上の他例の断面図である。

【図19】同上の別の例の断面図である。

【図20】同上の他の例を示すもので、(a)は断面図、(b)は部分端面図である。

【図21】同上の別の例の断面図である。

【図22】同上の他の例の断面図である。

【図23】同上の別の例の断面図である。

【図24】同上の他の例における振幅制御錘の斜視図である。

40 【図25】同上の別の例の断面図である。

【図26】同上の他の例の断面図である。

【図27】同上の別の例の断面図である。

【図28】同上の他の例の断面図である。

【符号の説明】

11 ブランジャー

11a スリット

12 軸

31 ヨーク

32 ヨーク

33 ヨーク

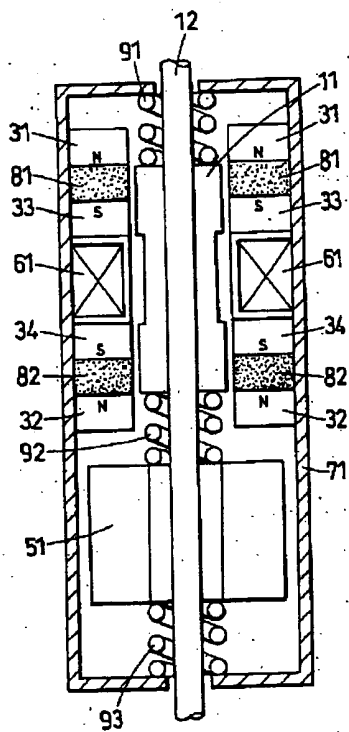
21

- 34 ヨーク
- 51 振幅制御錘
- 51a 中空部
- 51b 連通孔
- 51d 貫通孔
- 52 ベアリング
- 53 ベアリング
- 61 コイル
- 63 弾性体
- 71 シールドケース
- 71b 貫通孔
- 81 永久磁石
- 82 永久磁石

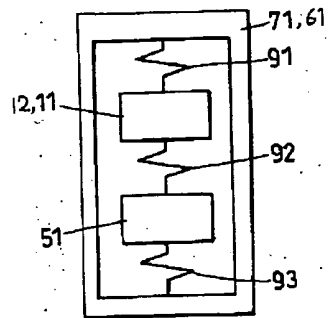
- \* 85 リンク
- 85a 取付部
- 85b 取付部
- 87 軸受け
- 89 軸受け
- 91 ばね
- 92 ばね
- 92a 不動点
- 93 ばね
- 10 94 板ばね
- 95 板ばね
- 96 板ばね

\*

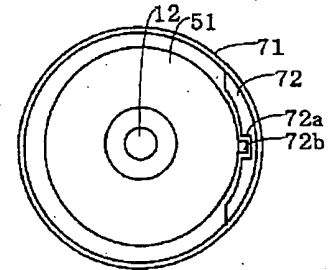
【図1】



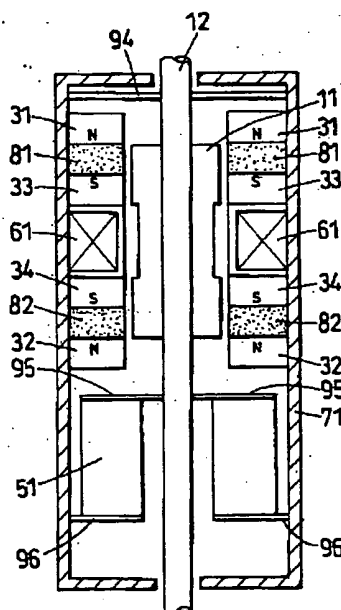
【図2】



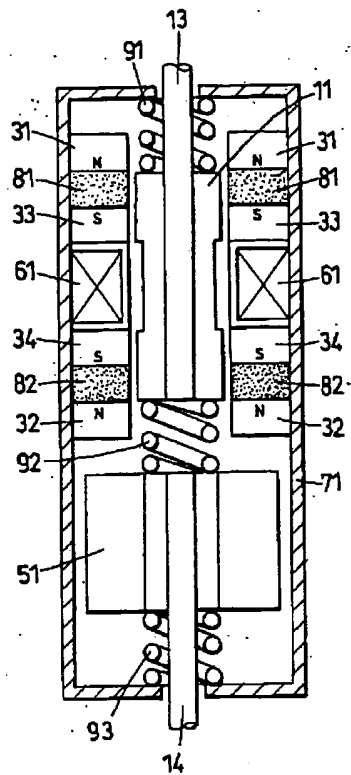
【図16】



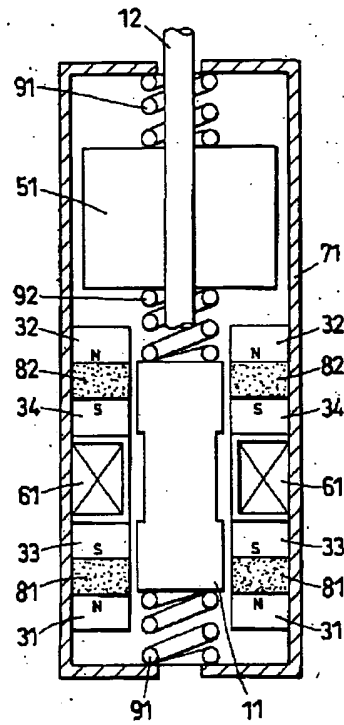
【図3】



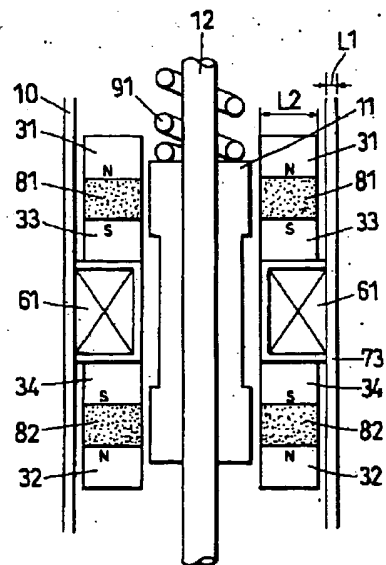
【図4】



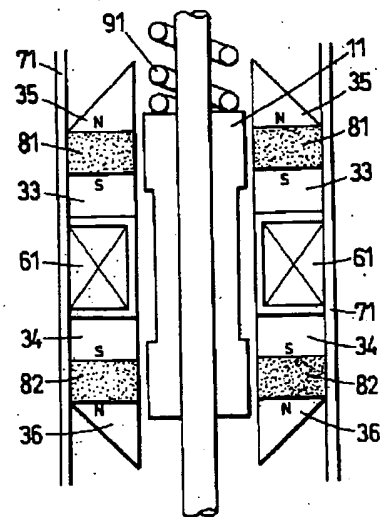
【図5】



【図6】

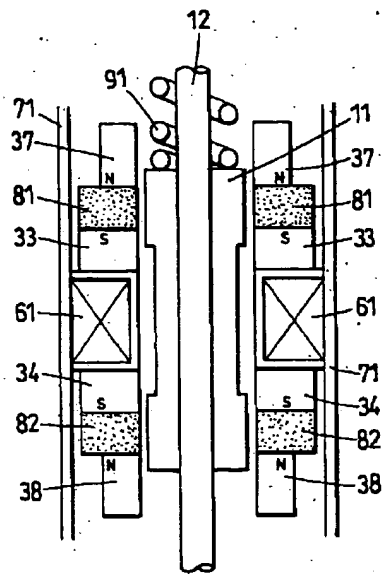


【図7】

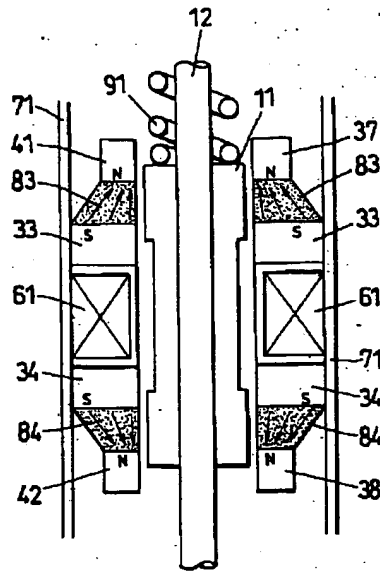


BEST AVAILABLE COPY

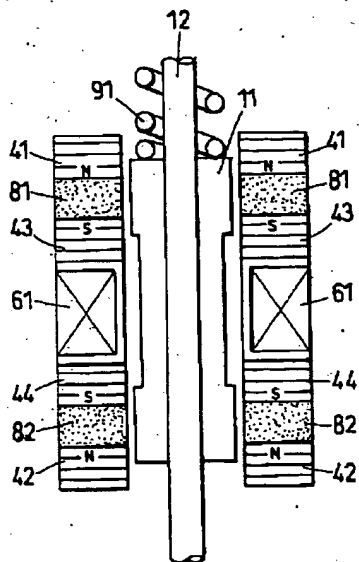
【図8】



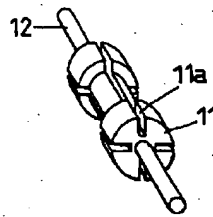
【図9】



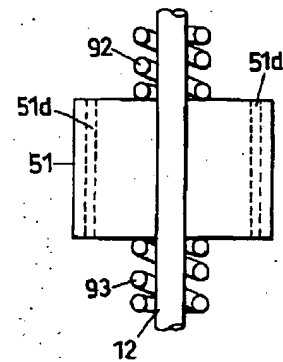
【図10】



【図11】



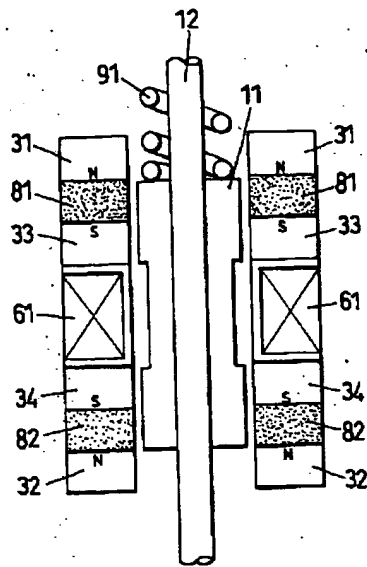
【図25】



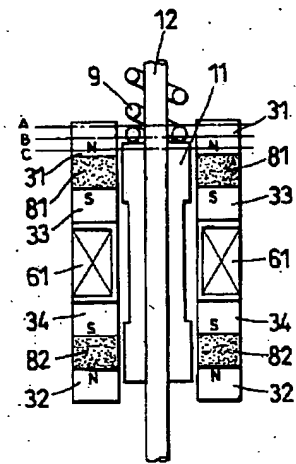
BEST AVAILABLE COPY



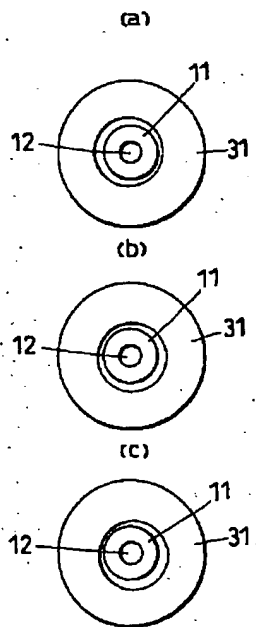
【図 12】



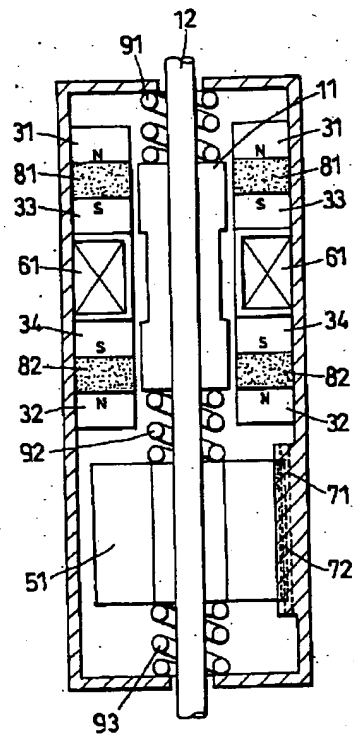
【図 13】



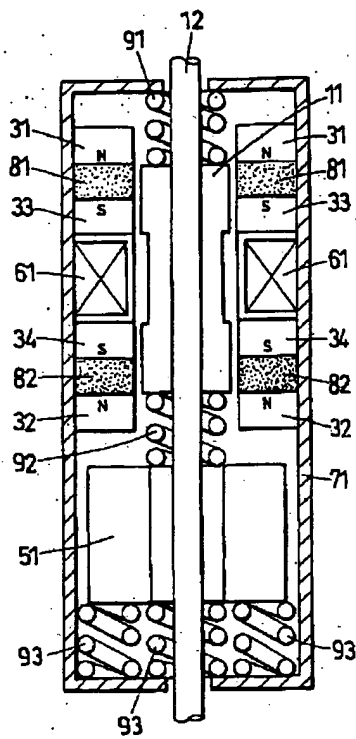
【図 14】



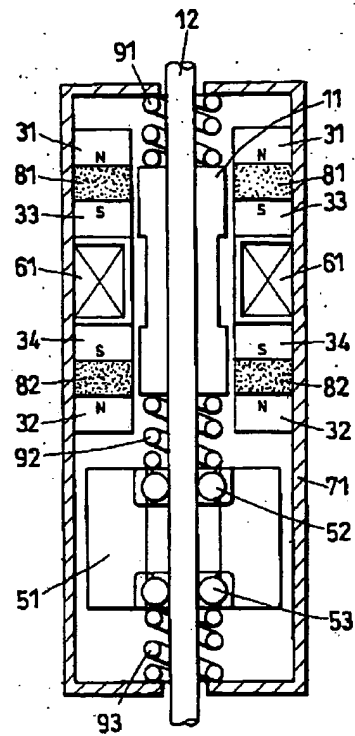
【図 15】



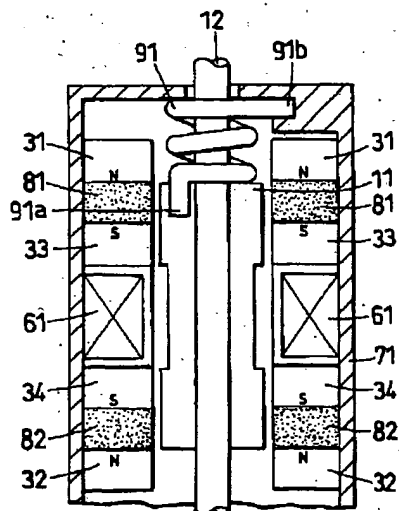
【図17】



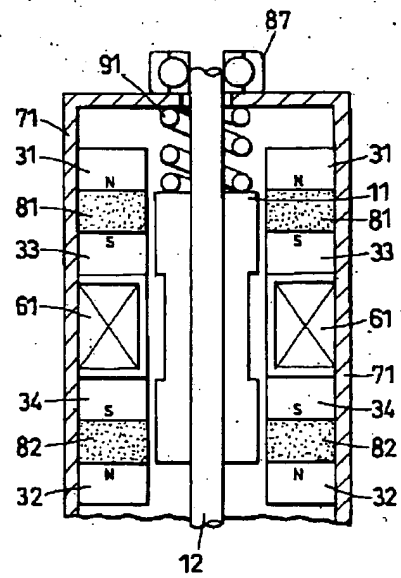
【図18】



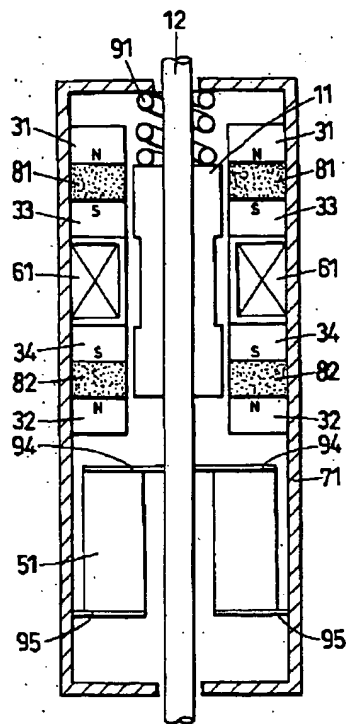
【図21】



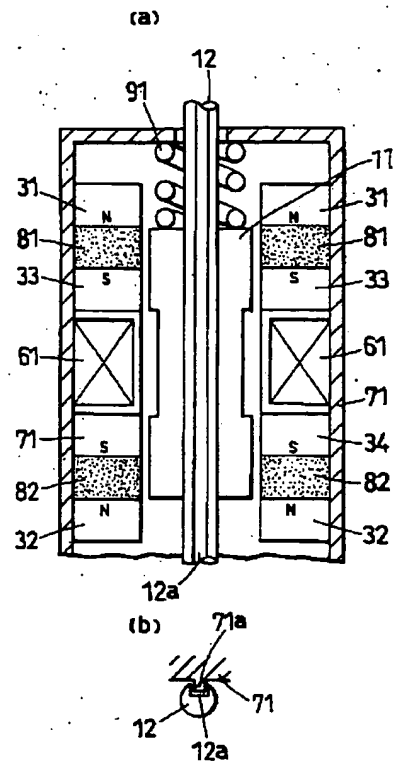
【図22】



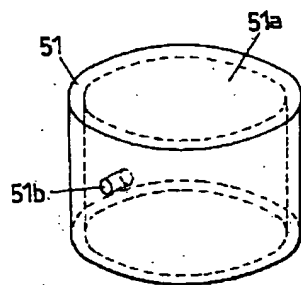
【図19】



【図20】

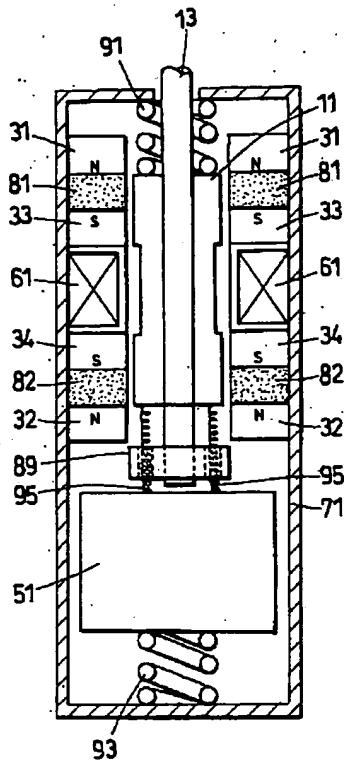


【図24】

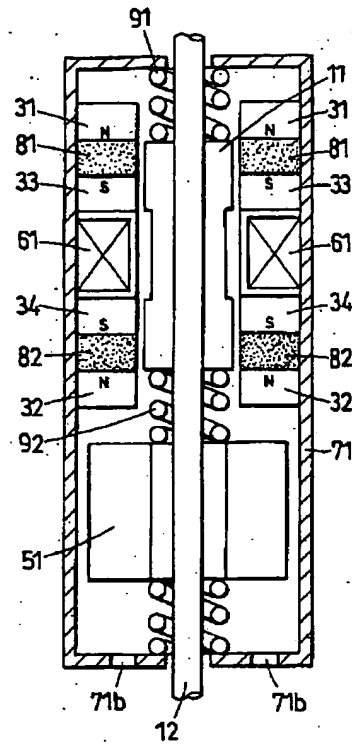


BEST AVAILABLE COPY

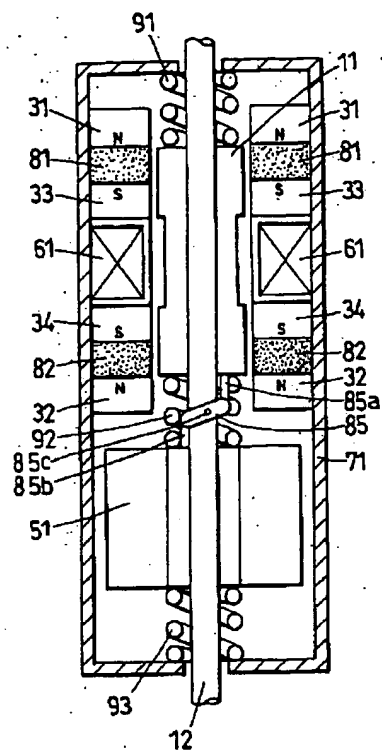
【図23】



【図26】



【圖 28】



(72)発明者 井上 弘幹  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内

(72)発明者 山田 富男  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内

F ターム(参考) 3B202 AA17 AB19 GA11  
3C056 HC00 HC01 HC03 HC09  
5D107 AA07 AA13 AA16 BB20 CC09  
CC10 CD07 DD12 FF10  
5H633 BB07 GG02 GG05 GG09 HH02  
HH15 JA02 JB04 JB06